



Salud Pública de México

ISSN: 0036-3634

spm@insp.mx

Instituto Nacional de Salud Pública

México

Ávila-Palomares, Paula; López-Cervantes, Malaquías; Durán-Arenas, Luis  
Estimación del tamaño óptimo de una unidad de hemodiálisis con base en el potencial de su  
infraestructura

Salud Pública de México, vol. 52, núm. 4, julio-agosto, 2010, pp. 315-323

Instituto Nacional de Salud Pública  
Cuernavaca, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10617416007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Estimación del tamaño óptimo de una unidad de hemodiálisis con base en el potencial de su infraestructura

Paula Ávila-Palomares, Econ,<sup>(1)</sup> Malaquías López-Cervantes, MSP, PhD.<sup>(2)</sup>  
Luis Durán-Arenas, MSP, M en Art en Soc, PhD.<sup>(3)</sup>

Ávila-Palomares P, López-Cervantes M, Durán-Arenas L.  
Estimación del tamaño óptimo de una unidad de hemodiálisis con base en el potencial de su infraestructura.  
Salud Pública Mex 2010;52:315-323.

## Resumen

**Objetivo.** Obtener estimaciones para el tamaño óptimo de unidades de hemodiálisis considerando los factores en la producción de este servicio. **Material y métodos.** Se realizó un estudio en México en 2009. Se analizan algunos métodos para calcular el tamaño óptimo de una unidad de hemodiálisis bajo diferentes condiciones: mercado monopolístico, en competencia perfecta y maximización de producción. **Resultados.** Una unidad óptima con base en los supuestos de este ejercicio de estimación debería de contar con: 16 dializadores (15 activos, uno de reserva) y una purificadora de agua que pueda abastecerlos. Además son necesarios un médico nefrólogo y cinco enfermeras por cada dos turnos, con cuatro turnos por día. **Conclusión.** Comparando lo óptimo con lo observado en estudios recientes de México, se observan ineficiencias en la operación, particularmente por desaprovechar tanto el potencial del equipo de filtrado de agua como el equipo de salud.

**Palabras clave:** costos por servicios directos; economía de la salud; asignación de recursos; diálisis peritoneal; hemodiálisis; México.

Ávila-Palomares P, López-Cervantes M, Durán-Arenas L.  
Calculating the optimum size of a hemodialysis unit based on infrastructure potential.  
Salud Pública Mex 2010;52:315-323.

## Abstract

**Objective.** To estimate the optimum size for hemodialysis units to maximize production given capital constraints. **Materials and Methods.** A national study in Mexico was conducted in 2009. Three possible methods for estimating a unit's optimum size were analyzed: hemodialysis services production under monopolistic market, under a perfect competitive market and production maximization given capital constraints. **Results.** The third method was considered best based on the assumptions made in this paper; an optimal size unit should have 16 dialyzers (15 active and one back up dialyzer) and a purifier system able to supply all. It also requires one nephrologist, five nurses per shift, considering four shifts per day. **Conclusion.** Empirical evidence shows serious inefficiencies in the operation of units throughout the country. Most units fail to maximize production due to not fully utilizing equipment and personnel, particularly their water purifier potential which happens to be the most expensive asset for these units.

**Key words:** costs; health economics; resource allocation; dialysis; hemodialysis; Mexico.

(1) Unidad de Proyectos Especiales de Investigación. Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

(2) Coordinador de la Unidad de Proyectos Especiales de Investigación, Facultad de Medicina, UNAM. México.

(3) Jefe de la subdivisión de maestrías y doctorado de la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Medicina, UNAM. México.

**Fecha de recibido:** 29 de octubre de 2009 • **Fecha de aceptado:** 30 de marzo de 2010  
Solicitud de sobretiros: MSP Luis Durán Arenas. Subdirección de Maestrías y Doctorado de la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Medicina.  
Universidad Nacional Autónoma de México. Edificio de Posgrado s/n, 1º piso. 04510 Delegación Coyoacán. México DF, México.  
Correo electrónico: lduran19@liceaga.facmed.unam.mx

**L**a insuficiencia renal crónica (IRC), en particular su tratamiento por medio de diálisis, es un problema de salud que tiene relevantes implicaciones sociales y económicas. El tratamiento sustitutivo, sea en forma peritoneal o por hemodiálisis, tiene un impacto significativo en la vida de los pacientes: la cantidad de horas de tratamiento requeridas a la semana es verdaderamente importante e interfiere con las actividades productivas que el paciente puede llevar a cabo; su calidad de vida se deteriora muy rápidamente conforme avanza la enfermedad y, además, el costo del tratamiento asociado es muy alto, por lo que puede implicar gastos catastróficos para los familiares del enfermo.

Mientras que la insuficiencia renal aguda (IRA) se puede revertir en la mayoría de los casos, la IRC es un proceso continuo e irreversible que inicia con la pérdida de función de algunas nefronas y avanza paulatinamente hasta que las nefronas sanas son incapaces de mantener la vida del paciente. En la última etapa, llamada insuficiencia renal crónica avanzada (IRCA), es indispensable iniciar el tratamiento sustitutivo, ya sea por diálisis o trasplante.

Este trabajo aborda el tema de la IRC desde un punto de vista económico. Se estudia la posibilidad de hacer más eficiente la operación de una unidad de hemodiálisis en cuanto al aprovechamiento de todo el capital inicial. Para ello, se proponen varios supuestos y se toman en cuenta los factores más importantes para la producción de este servicio.

Existen varios tipos de tratamiento para los diferentes estadios de la enfermedad. En las primeras fases, lo que se intenta es evitar aquellos factores que aceleran la evolución de la enfermedad renal por medio de medicamentos. En las fases más avanzadas, además de intentar retrasar su evolución, es importante prevenir la aparición de síntomas urémicos y sobre todo eludir situaciones que puedan poner al paciente en riesgo.<sup>1</sup>

La terapia de reemplazo renal (TRR) por diálisis se utiliza para sustituir artificialmente las funciones del riñón. Éste es un tratamiento de apoyo vital y no da alternativas curativas para las enfermedades renales. La diálisis puede emplearse tanto en pacientes con falla renal aguda como en pacientes con insuficiencia crónica, y existen diferentes modalidades: la diálisis peritoneal y la hemodiálisis. La primera remueve las sustancias de desecho de la sangre mediante un sistema que consiste en una bolsa con líquido de diálisis conectada a un catéter con el que se introduce el líquido a la cavidad abdominal. El peritoneo funge como membrana semipermeable que permite la difusión de sustancias entre el plasma sanguíneo y el líquido de diálisis, por lo que los desechos se eliminan cuando, una vez terminado el

proceso de difusión, éste es drenado fuera del cuerpo y depositado en otra bolsa de drenaje.

Por otro lado, la hemodiálisis consiste en bombear sangre heparinizada y líquido de diálisis a través de un circuito extracorpóreo para difundir sustancias a través de una membrana semipermeable. Para lograr la difusión de las moléculas de desecho es necesario que el líquido de diálisis fluya en dirección opuesta a la sangre. En general, los componentes principales del proceso de la hemodiálisis son tres: 1) el dializador, que es el dispositivo que filtra la sangre a través de una membrana semipermeable; 2) la composición del líquido de diálisis; y 3) el sistema de transporte, constituido a su vez por una bomba de sangre que se encuentra en la máquina de diálisis, un circuito a través del cual se transporta la sangre hacia el filtro (líneas arteriovenosas), y el acceso vascular.

Hasta ahora no se ha comprobado que alguna de estas dos modalidades sea mejor que la otra, pero en México generalmente se prescribe la diálisis peritoneal como primera instancia. No obstante, si se decidiera prescribir el tratamiento por hemodiálisis, no existen suficientes médicos nefrólogos que pudieran atender a todos los pacientes que la requirieran.<sup>2</sup> Posteriormente, si el paciente presentara alguna complicación de la diálisis peritoneal, se evalúa la posibilidad de prescribir hemodiálisis para continuar con el tratamiento. Cabe mencionar que cualquiera de las dos modalidades de terapia de sustitución implica un costo muy alto tanto para el enfermo como para la institución pública o privada que lo atiende. Algunos autores han señalado que además de estos aspectos es importante considerar la oportunidad y la calidad de la atención antes de la iniciación de la diálisis, ya que pueden afectar significativamente la morbilidad y mortalidad de los pacientes.<sup>3</sup>

En el pasado se realizaron estudios sobre esta enfermedad y sus implicaciones en diferentes países y por distintos autores. Según estudios realizados,<sup>4,5</sup> la incidencia de la IRC a nivel mundial se ha incrementado a lo largo del tiempo. Los resultados señalan que a finales de 2004 existían 1 783 000 pacientes en el mundo en la etapa terminal de la enfermedad, de los cuales 77% se encontraban en diálisis. Se estima que para el año 2010 el número de pacientes en diálisis alcanzará los 2 millones.<sup>6</sup>

En México se realizan investigaciones acerca de esta enfermedad y sus implicaciones, pero generalmente abordan el tema desde el punto de vista clínico y no desde la perspectiva económica o de la salud pública. En 2002 se realizó un estudio sobre IRC y diálisis<sup>5</sup> que hace énfasis en el gran problema que representa para las finanzas públicas el tener que solventar los gastos de los

pacientes asegurados que sufren de esta enfermedad. Asimismo, de acuerdo con otro estudio:<sup>7</sup>

Por cada enfermo en diálisis crónica hay otro que fallece sin acceso al tratamiento. Las unidades de hemodiálisis deben cumplir con la norma oficial mexicana de hemodiálisis y la cédula de evaluación de la calidad de las unidades de hemodiálisis del Consejo de Salubridad General.

Desgraciadamente, el sistema de salud en nuestro país no cuenta con registros nacionales para IRC ni de los pacientes en TRR. Esto implica que tampoco se tiene información para llevar a cabo análisis estadísticos y epidemiológicos certeros que ayuden a definir los recursos que se destinan a las instituciones de salud. Las estadísticas obtenidas son resultado de investigaciones independientes o de información parcial obtenida por medio de estudios a comunidades mexicanas en Estados Unidos.<sup>8</sup>

La IRC constituye un problema de salud frecuente en la población mexicana y genera altos costos socioeconómicos para el país. Se estima que esta enfermedad afecta a cerca de 6 473 600 personas, de las cuales 129 306 padecen IRCA.<sup>9</sup> Esto significa que casi 2% de la población afectada requiere de tratamiento sustitutivo para mantenerse con vida y, por lo mismo, no se encuentra en posibilidades de desempeñar normalmente sus actividades laborales.

Como se puede apreciar en el cuadro I, en el estudio<sup>9</sup> para estimar los costos del tratamiento de la IRC por medio de hemodiálisis, se concluyó que se necesitarían aproximadamente un poco menos de once mil millones de pesos anuales adicionales para cubrir la atención de la población total que sufre de esta enfermedad. Considerando que el presupuesto del año 2009 para el sector salud fue de 134 mil millones de pesos, habría que

destinar casi 8% de los recursos del sector para atender al 0.063% del total de la población de México.<sup>1,9</sup>

La incidencia de esta enfermedad se ha incrementado a lo largo de los años y con el envejecimiento de la población. Estimaciones de organismos internacionales como el Sistema de Información Renal de Estados Unidos (USRDS, por sus siglas en inglés) han determinado, con base en datos obtenidos por el estado de Jalisco, que la incidencia de la IRC para México en el año 2006 fue de 346 personas por millón.<sup>10</sup> Además, se estima que cada año se suman alrededor de 35 mil pacientes más en todo el sistema,<sup>11</sup> lo que representa un grave problema, tanto en el presente como en el futuro cercano, para las finanzas del sector público de la salud.

Es importante mencionar que resulta prácticamente imposible que se destinen tantos recursos para tan pocas personas, sobre todo si la restricción presupuestal del sector salud sigue siendo la misma, es decir, no hay incrementos sustanciales en el presupuesto destinado y, menos aún, un ejercicio eficiente de éste.

Desde la perspectiva del sector público de la salud y del ejercicio de su presupuesto, es necesario plantear soluciones de largo plazo para que éstas sean realmente efectivas. El tener una idea más clara de la situación de la IRC orienta a los funcionarios para identificar la ubicación más adecuada para la construcción de cada unidad o clínica especializada. De esta manera, el incremento de la oferta del servicio por parte de las instituciones públicas sería más ordenada y se aprovecharían al máximo los recursos destinados para este propósito.

## Material y métodos

Este análisis forma parte del proyecto Estudio de insuficiencia renal crónica y atención mediante tratamiento de sustitución que, con apoyo de la Secretaría de Salud Federal, se realizó en el país en 2009 para estudiar la si-

**Cuadro I**  
**ESTIMACIONES DE COSTOS Y PRECIOS ANUALES CON TRES SESIONES POR SEMANA**

Pacientes con necesidad de terapia de sustitución	Costos y precios estimados (pesos mexicanos)		
	Costos estimados en unidades públicas (158 964)	Costos estimados en unidades privadas (168 012)	Precio de contratación anual por paciente IMSS (168 480)
Pacientes en hemodiálisis 19 097	3 035 735 508	3 208 525 164	3 217 462 560
Pacientes sin tratamiento 65 006	10 333 613 784	10 921 788 072	10 952 210 880

**Fuente:** López-Cervantes M, Abrantes-Pégo R, Becerra F, Durán L, Franco F, Moreno JA. Insuficiencia renal crónica en México: Informe de resultados finales. México: UNAM, 2009. En prensa

tuación de la terapia de sustitución renal en México.<sup>9</sup> En este estudio se contó con un equipo asesor de nefrólogos notables del país, además de que se analizó empíricamente la composición del personal de las unidades de hemodiálisis estudiadas.

Existen varias maneras de estimar el número óptimo de posiciones<sup>\*</sup> que debe tener una unidad de hemodiálisis. Para ello, deben considerarse varios factores en la producción de este servicio. Por un lado, que la infraestructura es una parte importante de los costos, si es que no la porción cardinal del proyecto, ya que se requiere maquinaria especial y muy costosa, así como su mantenimiento. En segundo lugar, está la demanda del servicio, que ha de considerar el área en la que se ubique la clínica y la prevalencia de la enfermedad en esa zona geográfica. Tercero, que en México la contratación de personal para las instituciones públicas y privadas varía y, por lo tanto, implica costos distintos y, en cuarto lugar, deberá considerarse que los recursos destinados a la construcción de una unidad o la adaptación de parte de un hospital para este fin también deben favorecer el uso eficiente del presupuesto.

### **Equilibrio en monopolio**

Con base en lo anterior, se puede hacer un ejercicio de estimación sin que diste mucho de la realidad, calculando la demanda por hemodiálisis en México y asumiendo que sólo existe un proveedor del servicio, ya que los costos fijos<sup>†</sup> representan importantes barreras para la entrada de nuevos productores del servicio de hemodiálisis. De esta forma, calcular el número óptimo de posiciones por unidad de hemodiálisis será relativamente fácil, ya que podemos asumir que el monopolista maximiza su producción sujeta a sus costos y a la demanda por el servicio, por lo que no quedan máquinas ociosas y toda la producción se consume.

Éste es el caso de una clínica privada con fines de lucro que otorga el servicio a un precio monopolístico, esto quiere decir que el precio es mayor al costo medio, al costo marginal de producción y a cualquier precio de equilibrio de un mercado distinto al monopólico.

Bajo estos supuestos, los demandantes que tengan la posibilidad pagan por el servicio y los que no, quedan fuera del mercado, lo que no se considera óptimo desde el punto de vista social.

### **Equilibrio en competencia perfecta**

Otra forma de hacer una buena estimación del equilibrio de mercado para este servicio es a partir del cálculo de la prevalencia de la enfermedad por región geográfica. Incluir en la estimación de la demanda variables como el crecimiento de la enfermedad en relación con el crecimiento de la población es necesario para hacer una estimación de las personas que sufrirán la enfermedad en un futuro y que, por lo tanto, demandarán este tipo de servicio.

Por otro lado, es necesario estimar la oferta actual del tratamiento y su crecimiento esperado, y de esta manera encontrar el equilibrio de mercado en el que oferta y demanda converjan. Este equilibrio no logrará satisfacer las expectativas para los objetivos del sector público de la salud, ya que no es lo ideal desde una perspectiva social (probablemente el precio sea demasiado alto para la mayoría de los sectores de la población). A pesar de ello, el ejercicio ayuda a tener una comparación más clara de la cobertura real que tiene un servicio en un nivel económicamente óptimo y del objetivo de las instituciones públicas de salud.

### **Modelo por maximización de la producción sujeto al capital inicial**

Si se toma en cuenta que uno de los elementos más importantes de la hemodiálisis es la calidad del agua utilizada en la terapia,<sup>\*</sup> el tamaño de la unidad puede calcularse de manera más sencilla tomando como base la capacidad productiva del sistema de purificación. Así, se calcula el número máximo de máquinas que se pueden instalar según la capacidad de producción de agua para la hemodiálisis. Éste es el método que se utilizó para estimar el tamaño óptimo de una unidad prototípica de hemodiálisis.

#### *Supuestos*

Se hizo una estimación del número de posiciones que puede abastecer un equipo de purificación de agua por ósmosis inversa con prefiltros y posfiltros, tomando

\* Una posición se refiere al paquete tecnológico para realizar el tratamiento de hemodiálisis. Consiste en un sillón, una máquina hemodializadora y los elementos e insumos necesarios para el proceso de hemodiálisis.

† Costos fijos son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa. Se pueden identificar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que, se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos deben ser solventados por la empresa.

\* Esto debido a que la sangre de los pacientes entra en contacto directo con el agua en cantidades entre los 120 y 150 litros por sesión de diálisis, pese a estar separada por la membrana del dializador.

como referencia el equipo de menor capacidad y el hecho de que cada dializador consume aproximadamente 40 litros de agua por hora. Entonces, se obtuvo la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}\Lambda & - \text{Capacidad instalada en miles de litros de agua por día} \\ \rho & - \text{Capacidad de producción de agua por hora} \\ \Lambda / (24 \text{ horas}) & = \rho\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda & - \text{Litros de agua consumidos por hora} \\ N & - \text{Número de sillones con riñón artificial} \\ & \text{que pueden abastecerse} \\ N & = \rho / \lambda\end{aligned}$$

La elección del tamaño del equipo puede determinarse con base en la inversión inicial que el oferente haga al considerar las condiciones del mercado; es decir, cuál sería la demanda potencial, los posibles competidores y las condiciones bajo las cuales se da la competencia, por ejemplo, un monopolio, competencia perfecta, cártel o competencia monopolística. Así, se fijará el precio de intercambio eficientemente.

## Resultados

Para estimar el número de posiciones con base en el equipo ideal de trabajo de una unidad de hemodiálisis, se llevó a cabo el siguiente proceso:<sup>\*</sup>

Se tomó como supuesto que, en una unidad de hemodiálisis, diariamente se llevan a cabo cuatro turnos de cuatro horas cada uno. En cada turno se realiza una sesión de hemodiálisis de aproximadamente tres horas para un grupo de pacientes. El turno dura más que la sesión ya que previo a la entrada de los pacientes a la sala, se tienen que limpiar y desinfectar los dializadores, así como la sala.

Los médicos nefrólogos revisan a cada paciente en períodos de 5 a 10 minutos aproximadamente en cada sesión; por lo tanto, se puede atender un máximo de seis pacientes por hora. Si cada sesión, desde la conexión hasta la desconexión, dura aproximadamente tres horas, entonces el médico puede atender a un máximo de 18 pacientes a lo largo de una sesión. Esto se repite para cada turno del día, pero dado que sólo trabaja 8 horas al día, se reduce el tiempo que puede dedicarle a los pacientes.

Si la atención del médico fuera continua, podría atender a 48 pacientes al día. Tomando en cuenta que hay cuatro turnos, podría atender a 12 pacientes por turno.

Por su parte, a las enfermeras, quienes son responsables de llevar a cabo todo el tratamiento para cada paciente, les toma un máximo de 77.55 minutos llevar a cabo un tratamiento. Esto quiere decir que cada enfermera puede atender máximo dos pacientes por sesión de cuatro horas. El personal de limpieza por lo general es de una persona, excepto en la unidad más grande, perteneciente a uno de los hospitales privados (en este caso fueron dos).

Para aprovechar al máximo el tiempo que el médico puede dedicar a sus pacientes, se necesitarían seis enfermeras para atender a los doce pacientes. Hay que notar que una enfermera en un hospital privado puede atender hasta cuatro pacientes por sesión si hace un uso más eficiente de su tiempo; como ejemplo, se pudo observar en uno de los hospitales privados que las enfermeras registraron un tiempo de 55.42 minutos al atender a un paciente, algunas incluso menos. Con este tiempo, las enfermeras necesarias para atender a los 12 pacientes serían cuatro.

En cuanto a la maquinaria, se sugiere adquirir un equipo de filtración que pudiera abastecer las 12 máquinas por hora (la máquina tipo 168 del cuadro II). Aunque esta máquina puede abastecer 16 posiciones, los litros que sobran pueden destinarse a abastecer los dializadores de emergencia. En el cuadro II se presentan varios modelos de equipos purificadores con diferentes capacidades de producción. Una unidad óptima con base en el ejercicio de estimación antes descrito debería de contar con 16 máquinas, 15 posiciones activas, una de reserva y una purificadora de agua que pueda abastecer las 16 posiciones por hora. En cuanto al personal serían necesarios un médico nefrólogo, cinco enfermeras y personal que realice la limpieza de la unidad.

Es importante mencionar que estos cálculos se hicieron con base en el tiempo máximo que el médico nefrólogo puede dedicar a sus pacientes, tomando en consideración la necesidad de tener posiciones reservadas para manejar a pacientes infecto-contagiosos, así como el manejo de desechos contaminantes y peligrosos. Cabe señalar que el tiempo podría ajustarse para que el médico atienda a los 16 pacientes que puede abastecer la maquinaria de agua.

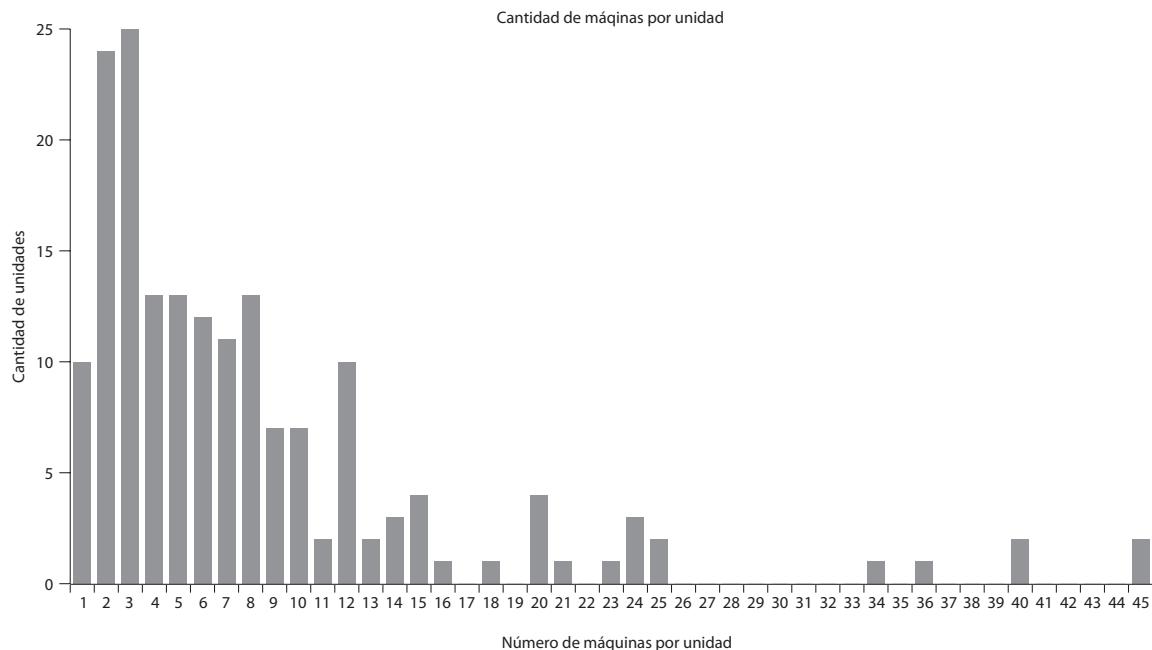
Con el fin de valorar si el tamaño de unidad óptima obtenido de este análisis es congruente con la situación de las unidades de hemodiálisis en el país, se contrastó el resultado con los obtenidos en el estudio de las unidades de hemodiálisis de López Cervantes y colaboradores.<sup>9</sup> La figura 1 muestra el tamaño de las unidades según el número de máquinas que poseen, desde la más peque-

\* Estos supuestos se basan en los resultados del estudio de terapia de sustitución realizado por la Facultad de Medicina de la UNAM en 2008-2009 (López Cervantes y colaboradores, 2009). En este estudio se visitaron tres hospitales públicos y tres privados que cuentan con unidades de hemodiálisis, de esta forma se construyeron las funciones de producción de las unidades de hemodiálisis.

**Cuadro II**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA PARA LA PURIFICACIÓN DE AGUA**

MOD. TW-Y	Producción(miles de litros)	No. de posiciones	Calidad del agua producida (mg/L)	Normas UE
TW-H 72	7.2	7	0.05	111-301-90
TW-H 168	16.8	16	0.05	111-301-90
TW-H 240	24	23	0.05	111-301-90
TW-H 360	36	34	0.05	111-301-90

Fuente: Referencia 12



Fuente: López-Cervantes M, Abrantes-Pégo R, Becerra F, Durán L, Franco F, Moreno JA. Insuficiencia renal crónica en México: Informe de resultados finales. México: UNAM, 2009. En prensa

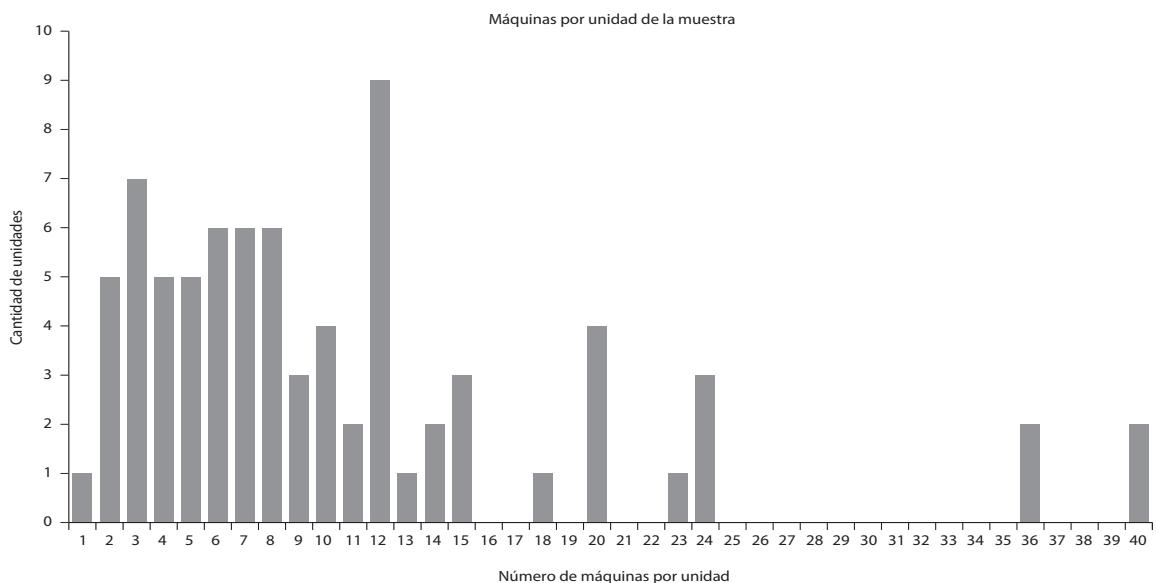
**FIGURA I. TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE HEMODIÁLISIS EN LA POBLACIÓN DE ESTUDIO**

ña que tiene 1 hasta la más grande con 45, así como el número de unidades que hay de cada tamaño.

En la figura 2 se observan las características de las unidades que fueron visitadas (muestra) en el estudio de López Cervantes y colaboradores.<sup>9</sup> En éste se presenta la cantidad de posiciones que tiene cada unidad y el número de unidades que tienen un mismo tamaño. En general

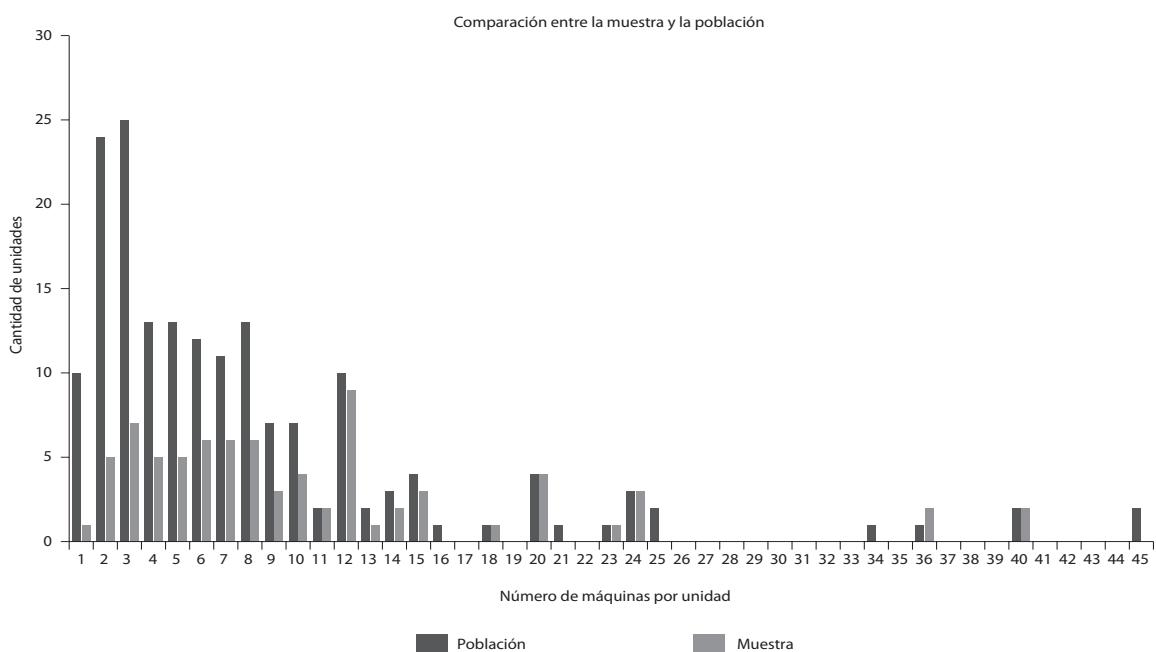
se observa una variación importante entre la población y la muestra, y se obtiene un promedio de posiciones respectivamente de 8.1 y 10.7 y la moda de 3 y 12.

Además, se hace una comparación de los datos obtenidos en la muestra y la población de las unidades de hemodiálisis identificadas en el país en dicho estudio (figura 3). Se observa que la representatividad de la



Fuente: López-Cervantes M, Abrantes-Pégo R, Becerra F, Durán L, Franco F, Moreno JA. Insuficiencia renal crónica en México: Informe de resultados finales. México: UNAM, 2009. En prensa

**FIGURA 2. TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE HEMODIÁLISIS EN LA MUESTRA**



Fuente: López-Cervantes M, Abrantes-Pégo R, Becerra F, Durán L, Franco F, Moreno JA. Insuficiencia renal crónica en México: Informe de resultados finales. México: UNAM, 2009. En prensa

**FIGURA 3. COMPARACIÓN ENTRE POBLACIÓN Y MUESTRA DE UNIDADES DE HEMODIÁLISIS EN MÉXICO**

muestra es adecuada, ya que su comportamiento es muy similar al de la población, a pesar de que en la muestra se buscó deliberadamente identificar a las unidades más grandes (muestra por conveniencia).

En resumen, las características tanto de la población como de la muestra son de un orden de magnitud semejante. Es importante notar que al usar un universo mayor entran en el grupo unidades de menor calidad y de menor tamaño, lo que explica el promedio menor de posiciones por unidad en la población total de unidades. En ambos casos, de acuerdo con el modelo de estimación empleado, se pierden oportunidades de servicio, ya que con el equipo estándar de purificación se puede dar servicio hasta a 16 posiciones.

## Discusión

Este análisis nos muestra que el tamaño de una unidad de hemodiálisis está influido por muchas variables, pero principalmente por los costos fijos en los que el inversionista, ya sea el hospital o la unidad, tiene que incurrir para adecuar sus instalaciones para el buen funcionamiento de la unidad. Por lo tanto, se asume que un criterio importante para definir el número de posiciones de una unidad depende del presupuesto que se le quiera destinar al sistema de filtración de agua, que es la infraestructura más cara pero indispensable.

Como segundo criterio, se considera el costo de contratar al personal necesario para operar la unidad correctamente. Estos costos no son menos importantes y generalmente representan una proporción importante del costo total de operación en una sesión de hemodiálisis; además, son costos en los que la unidad tendrá que incurrir.

El presente análisis estableció que las unidades, en forma óptima, deberían tener 16 posiciones para cumplir con los supuestos planteados. Al comparar esta cifra con los datos empíricos, existe un número de posiciones promedio menor tanto en los datos de la población de unidades de hemodiálisis (8.14) como en la muestra (10.6). Esto evidencia la presencia de una oportunidad para expandir los servicios aprovechando la capacidad instalada.

Al mismo tiempo, en el país existen importantes variaciones en las unidades de hemodiálisis que sugieren ineficiencias trascendentales. Como se puede apreciar en el cuadro II, existen diferentes capacidades de instalación, por lo que con las gráficas y los datos anteriores se concluye que, en la práctica, la maquinaria más utilizada es la que tiene una capacidad de abastecer a 16 máquinas hemodializadoras. Es decir, para que las clínicas existentes sean eficientes en el uso de su infraestructura, deberán aprovechar toda la capacidad

instalada y no dejar máquinas ociosas o posiciones cerradas. Los datos observados sugieren que esta no es la situación actual; en el estudio de unidades de hemodiálisis se encontró que más de 40% de las unidades tienen menos de siete posiciones, por lo que no respaldan la suposición de eficiencia aquí planteada.

La principal implicación es que las unidades no se mantienen en el tamaño óptimo, sino que, de acuerdo con los datos, en éstas existe una marcada ineficiencia en el uso de los recursos, principalmente en aquellas pertenecientes al sector público. En algunos casos, simplemente no se aprovecha la posibilidad de ofrecer posiciones que el sistema de filtrado de agua permite tener. En otros casos, se desperdicia parte del tiempo del equipo de salud que podría atender hasta 12 posiciones y, sin embargo, sólo atiende tres.

La industria ha observado que una unidad con más de 30 máquinas puede llegar a ser mucho menos eficiente que una con menos posiciones. Esto se debe a que los recursos humanos necesarios para operarla incrementan considerablemente su costo, y la atención que proporcionan al paciente no es necesariamente de mejor calidad.

Es importante resaltar que los resultados que se presentan en este estudio tienen una base analítica sólida y validada con datos empíricos y la asesoría de expertos nefrólogos. Sin embargo, consideramos que es necesario ampliar la discusión para considerar diferencias institucionales de prácticas y factores organizacionales y administrativos. Este estudio ofrece una primera base de discusión; sin embargo, este problema de salud es tan importante que requiere mucha mayor atención y discusión.

Finalmente, consideramos que estos resultados muestran que hay una innecesaria heterogeneidad en las unidades de hemodiálisis comparadas con un tamaño óptimo, esto seguramente resulta en ineficiencias y desperdicio dentro de algunas de ellas. Dada la situación nacional de escasez de recursos, se vuelve un imperativo realizar estudios que permitan mejorar la efectividad y eficiencia en la entrega de servicios de este tipo en la República mexicana.

## Referencias

1. Brenner BM, Levine SA. *Brenner and Rector's the kidney*. [Internet]. Philadelphia: Saunders an imprint of Elsevier. 2008; vol. I: 616-629. [Consultado 2009 Abr 10]. Disponible en: <http://www.mdconsult.com/>
2. Pecoits-Filho R, Abensur H, Cueto-Manzano AM, Dominguez J, Divino-Filho JC, Fernandez-Cean J, et al. Overview of peritoneal dialysis in Latin America. *Perit Dial Int* [Internet] 2007; 27: 316-321. [Consultado 2009 Abr 10] Disponible en: <http://www.pdiconnect.com/cgi/reprint/27/3/316.pdf>

3. Obrador GT, Ruthazer R, Arora P, Kausz AT, Pereira BJ. Prevalence of and factors associated with suboptimal care before initiation of dialysis in the United States. *J Am Soc Nephrol* [Internet] 1999; 10: 1793 – 800. [Consultado 2010 Mar 03]. Disponible en: <http://jasn.asnjournals.org/cgi/reprint/10/8/1793.pdf>
4. Just PM, de Charro FT, Tschosik EA, Noe LL, Bhattacharyya SK, Riella MC. Reimbursement and economic factors influencing dialysis modality choice around the world. *Nephrol Dial Transplant* 2008; 23: 2365-2373.
5. Just PM, Riella MC, Tschosik EA, Noe LL, Bhattacharyya SK, de Charro FT. Economic evaluations of dialysis treatment modalities. *Health Pol* [Internet] 2008; 86: 163 – 180. [Consultado 2008 Nov 5]. Disponible en: [http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/heap/article/S0168-8510\(07\)00287-4/abstract](http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/heap/article/S0168-8510(07)00287-4/abstract)
6. Grassman A, Gioberge S, Moeller S, Brown G. ESRD patients in 2004: global overview of patient numbers, modalities and associated trends. *Nephrol Dial Transplant* [Internet] 2005; 20: 2587-2593. [Consultado 2008 Dic 11]. Disponible en: <http://ndt.oxfordjournals.org/cgi/content/full/20/12/2587>
7. Treviño-Becerra A. Tratamientos sustitutivos en enfermedad renal: diálisis peritoneal, hemodiálisis y transplante renal. *Cir Ciruj* [Internet] 2009; 77: 411 - 15. [Consultado 2010 Mar 03]. Disponible en: <http://new.meditgraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDREVISTA=10&IDARTICULO=22836&IDPUBLICACION=2323&NOMBRE=Cirug%EDa%20y%20Cirujanos>
8. Paniagua R, Amato D, Vonesh E, Correa-Rotter R, Ramos A, Moran J. Effects of increased peritoneal clearances on mortality rates in peritoneal dialysis: ADEMEX, a prospective, randomized, controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 2002; 13: 1307-1320.
9. López-Cervantes M, Rojas-Rusell ME, Tirado-Gómez CL, Durán-Arenas L, Pacheco-Domínguez RL, Venado-Estrada AA, et al. Enfermedad renal crónica y su atención mediante tratamiento sustitutivo en México. México DF: Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.
- 10 United States Renal Data System. USRDS 2008 Annual Data Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and End-Stage Renal Disease in the United States. Minneapolis: National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2008. [Consultado 2009 Mar 12]. Disponible en: <http://wwwUSRDS.org/adr.htm>
- 11 Subsecretaría de Prevención y Control de Enfermedades. Insuficiencia Renal Crónica. Práctica Médica Efectiva. México: INSP [Internet] 2000; vol. 2: 6. [Consultado 2009 Ene 6]. Disponible en: [http://www.insp.mx/Portal/Centros/ciss/nls/boletin\\_practicamedica.html](http://www.insp.mx/Portal/Centros/ciss/nls/boletin_practicamedica.html)
12. Página de Grupo Peter Taboada. [Internet]. Pontevedra, España: Peter Taboada Tecnología Avanzada del Agua; 2009. [Consultado 2009 Jun 20]. Disponible en: [http://www.petertaboada.com/petseatw\\_04.htm](http://www.petertaboada.com/petseatw_04.htm)
13. Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-171-SSA1-1998, Para la práctica de hemodiálisis. México, DF: Secretaría de Salud; 2007. [Consultado 2009 Ene 15]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/171ssa18.html>